LES PONTS

1. APERÇU HISTORIQUE DES PONTS

La construction de passerelles, puis de ponts, se situe parmi les plus anciennes activités de l'homme. Les historiens, de l'Antiquité, notamment Hérodote, ont laissé des descriptions d'ouvrages déjà très importants, tels les ponts sur le Nil et sur l'Euphrate, construits plus de 20 siècles avant J.C, constitués d'une suite de travées en bois, formées de longrines reposant sur des piles en pierre. Grâce à ses caractéristiques mécaniques, le bois autorise des portées nettement plus grandes que la pierre, avec une force portante suffisante pour le passage de voitures et même des chariots lourdement chargés.

La **pierre** et la **maçonnerie** ont été utilisées pour des ouvrages importants et durables depuis la plus haute Antiquité jusqu'au début du XXe siècle. Les premiers ponts en pierre étaient construits par une grosse pierre assez plate, formant dalle, reposant sur deux appuis. Leur portée était nécessairement très limitée du fait du poids de cette dalle et de la mauvaise résistance à la traction de la pierre. Une passerelle de ce type, construite en 850 av. J.-C., existe encore à Smyrne.

L'histoire des ponts métalliques est liée à l'évolution continue des matériaux employés. La fonte fut le premier matériau moderne employé pour la construction de ponts dés la fin du XVIIIe siècle en Angleterre. Le premier pont en fonte fut le Coalbrookdale, construit en 1779 par Abraham Darby III sur la Severn et comportait cinq arcs parallèles de 30,5 m de portée. A partir des années 1840, la possibilité de produire industriellement du fer laminé incita les constructeurs à concevoir des ponts en tôle. Les premières applications furent des ponts suspendus par des chaînes constituées de barres de fer articulées.

Le **béton armé** fut réellement mis en cours de la seconde moitié du XIXe siècle. A partir de 1890 apparurent les premiers ponts en béton armé:il s'agissait essentiellement de ponts en arc coulés sur des cintres en bois. Notant qu'après 1906, la construction des ponts en béton armé se développa largement, essentiellement suivant les trois grands types employés dés les premières réalisations: la dalle, la poutre et l'arc. Dés nos jours, le béton armé conserve son intérêt dans la construction d'un grand nombre de petits ouvrages ou de très grand arcs. (N.B : Le premier pont en béton armé a été construit par le Français Monier Joseph en 1876, ayant une longueur de 16 m et une largeur de 4 m. Son tablier ayant une forme d'une voûte, encastrée aux appuis massifs en béton armé).

C'est dés 1926 qu'Eugène Freyssinet a mis en œuvre le **béton précontraint**. Depuis cette époque les constructions dans lesquelles ce mode d'association acier – béton est utilisé se sont multipliées: du bâtiment à l'ouvrage d'art, de l'unidimensionnel au tridimensionnel, des superstructures aux ouvrages de géotechnique souterraine. Le béton précontraint est associé à diverses formes et divers modes de constructions. Pour les petits ouvrages, les formes courantes sont la dalle et la dalle nervurée, associées à une construction sur cintre. Dans la gamme des moyennes portées (30 à 50 m), les ponts à poutres préfabriquées précontraintes et les ponts poussés constituent des solutions intéressantes. Dans la gamme des grandes portées, le béton précontraint est essentiellement associé à la méthode de construction en encorbellement. Le premier pont construit selon cette technique fut achevé à Worms en Allemagne en 1952, avec un portée principale fut respectable de 114 m.

2. DEFINITION D'UN PONT

Un pont est un ouvrage d'art en élévation, construit in situ, permettant à une voie de circulation (dite voie portée) de franchir un obstacle naturel ou artificiel : rivière, vallée, ravin, route, voie ferrée, canal, etc.

Par ailleurs, un pont est un système technique dont l état physique peut être déterminé par les caractéristiques d'exploitation suivantes :

- capacité de chargement
- durabilité
- capacité de rendement (débit du trafic)

En outre, ce système dépend des facteurs suivants :

- la charge d'exploitation
- les facteurs climatiques
- la vitesse de trafic
- l'état normal d'ouvrage (rugosité de revêtement, cœfficient d'adhérence, largeur de la chaussée, pentes longitudinales, rayon de tracés en plan, et la qualité des dispositifs de retenue.)

3. DIFFERENTES PARTIES D'UN PONT

Un pont se compose de trois parties principales qui sont :

a) Le tablier.

C'est un élément résistant sur lequel repose la voie de circulation. Il comprend la couverture (revêtement) et la partie de l'ossature (poutres principales, dalles, éléments secondaires : entretoises ou longrines).Le tablier comporte aussi tous les équipements indispensables à l'utilisation, au fonctionnement et à la durabilité du pont. Ces équipements comportent les gardes corps, les dispositifs de retenue, les joints de chaussée, les appareils d'appui, les systèmes d'étanchéité, les trottoirs, les caniches, l'évacuation des eaux, l'éclairage, les dalles de transition etc. Le tablier repose sur ses appuis par l'intermédiaire d'appareils d'appui, conçus pour transmettre dans les meilleures conditions possibles des efforts principalement verticaux (poids de l'ouvrage, composante vertical des efforts dûs aux charges d'exploitation), mais aussi horizontaux (forces de freinage, d'accélération, centrifuge, etc.).

b) Les appuis.

On distingue deux types d'appuis : appuis intermédiaires, appelés piles, et appuis d'extrémités, appelés culées, qui assurent la liaison avec le sol et le remblai. Les appuis transmettent au sol les efforts dûs aux différentes charges par l'intermédiaire des fondations. Un appui peut être composé par un voile ou par des colonnes liées au niveau supérieur par un chevêtre. Comme il peut être lié ou non à son niveau inférieur par une semelle.

c) Les fondations

C'est la partie de l'ouvrage assurant la liaison entre l'appui et le sol. Suivant la nature du sol, on distingue les fondations superficielles (semelles et radiers) et des fondations profondes (pieux ou puits).

NB : Un **pont** est souvent lié à la route avec son remblai d'accès par l'intermédiaire d'une dalle de transition.

3.1 Les éléments principaux d'un pont :

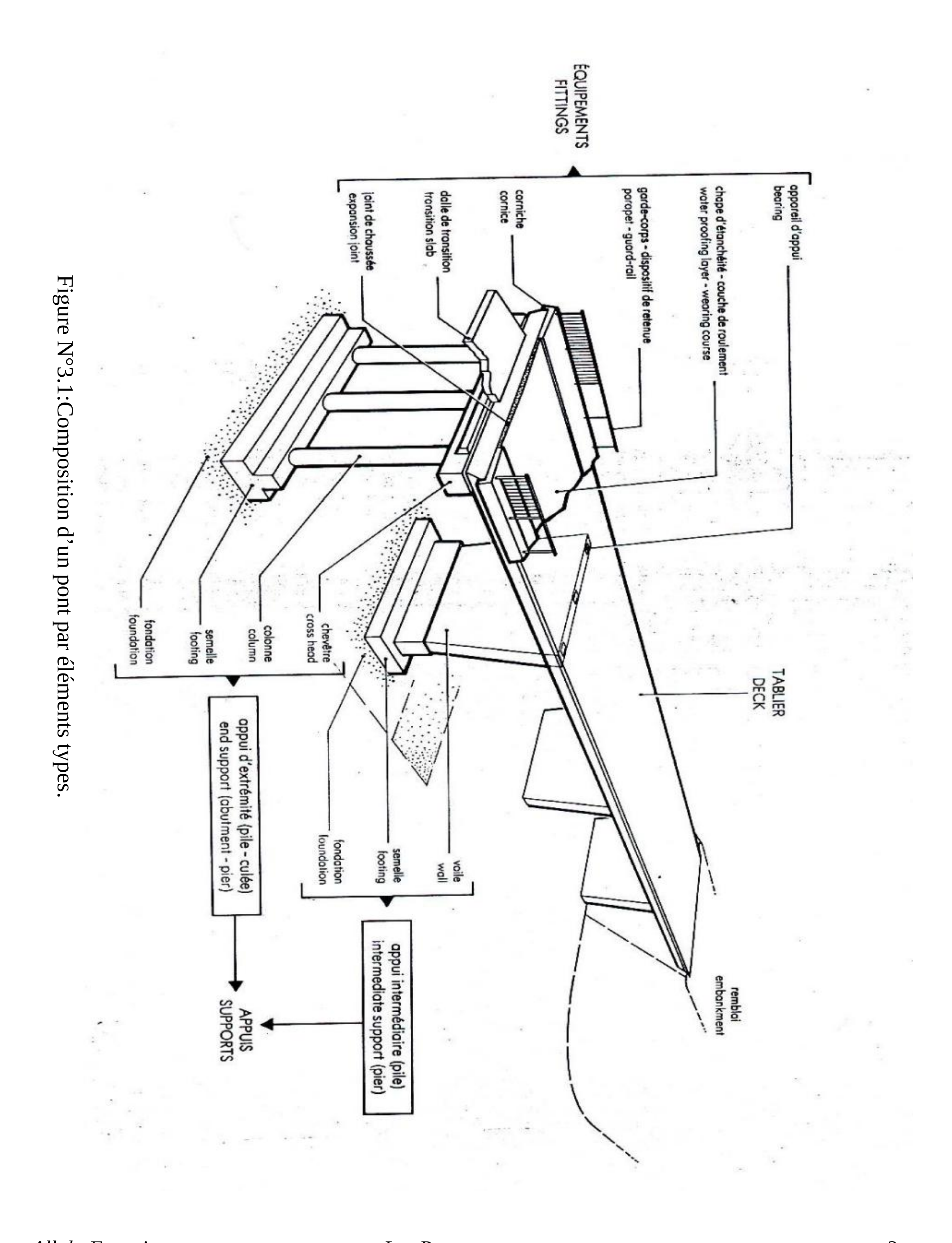


Figure N°3.1:Composition d'un pont par éléments types.

3.2 Exemple : un pont à travées indépendantes sur un oued (rivière) :

Dans l'étude de la conception des ponts sur oued (rivière), il est indispensable de connaître le régime du cours d'eau qui est caractérisé par les niveaux extrêmes atteints dont les cotes doivent être projetées sur le profil en long de l'ouvrage.

P.H.E.C : Plus Hautes Eaux Connues
P.H.E.N : Plus Hautes Eaux Navigables
P.B.E.N : Plus Basses Eaux Navigables
P.B.E : Plus Basses Eaux

Lit majeur de cours d'eau

Lit mineur de cours d'eau

En site maritime dans les zones d'estuaire, aussi il est indispensable de connaître les variations de niveaux d'eau dues à l'influence des marées (marnage, mascaret, houle).
On recense:

P.H.M.ME : Plus Hautes Marées de Mortes Eaux
P.B.M.M.E : Plus Basses Marées de Mortes Eaux
P.H.M.V.E : Plus Hautes Marées de Vives Eaux
P.B.M.V.E : Plus Basses Marées de Vives Eaux

En plus de ces niveaux, il est intéressant de connaître les périodes favorables à l'exécution des fondations (en général l'étiage), les débits et vitesses du courant (charriage, corps à la dérive), en période normale et en période de crue.

La **marée** est le mouvement montant (flux ou flot) puis descendant (reflux ou jusant) des eaux des mers et des océans causé par l'effet conjugué des forces de gravitation de la Lune et du Soleil.

Marées de Mortes Eaux. On dit aussi morte\-eau, c'est une marée de faible marnage se produisant lorsque la lune est proche du premier et du dernier quartier.

Le marnage est la différence entre une pleine mer et une basse mer successives. Le marnage varie selon la période de vive-eau, moment où il est plus fort et la période de morte-eau où, a contrario, il est plus faible. Les marnages peuvent être très différents d'une zone à l'autre. Le marnage maximal observé dans le monde est dans la baie de Fundy, au Canada entre la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick. Le marnage peut y atteindre jusqu'à 16 m.

Lorsque le **marnage** passe par un maximum, la marrée est dite de **vive-eau**. Elle correspond aux phases de nouvelle et de pleine Lune appelées syzygie. Elle s'explique par les effets conjugués de la Lune et du Soleil

A l'inverse, lorsque le marnage passe par un minimum, la marrée est dite de **morte-eau**. La Lune en est, alors à ses premiers et derniers quartiers, appelés quadratures.

La variation du marnage s'organise en 2 périodes :

- La période de vive-eau, où le marnage est le plus fort
- La période de morte-eau, où le marnage l'est le moins.

En résumé, à chaque pleine Lune et à chaque nouvelle Lune, environ tous les quinze jours, les amplitudes de marées passent par un maximum. A chaque premier et dernier quartier, les amplitudes de marée passent par un minimum.

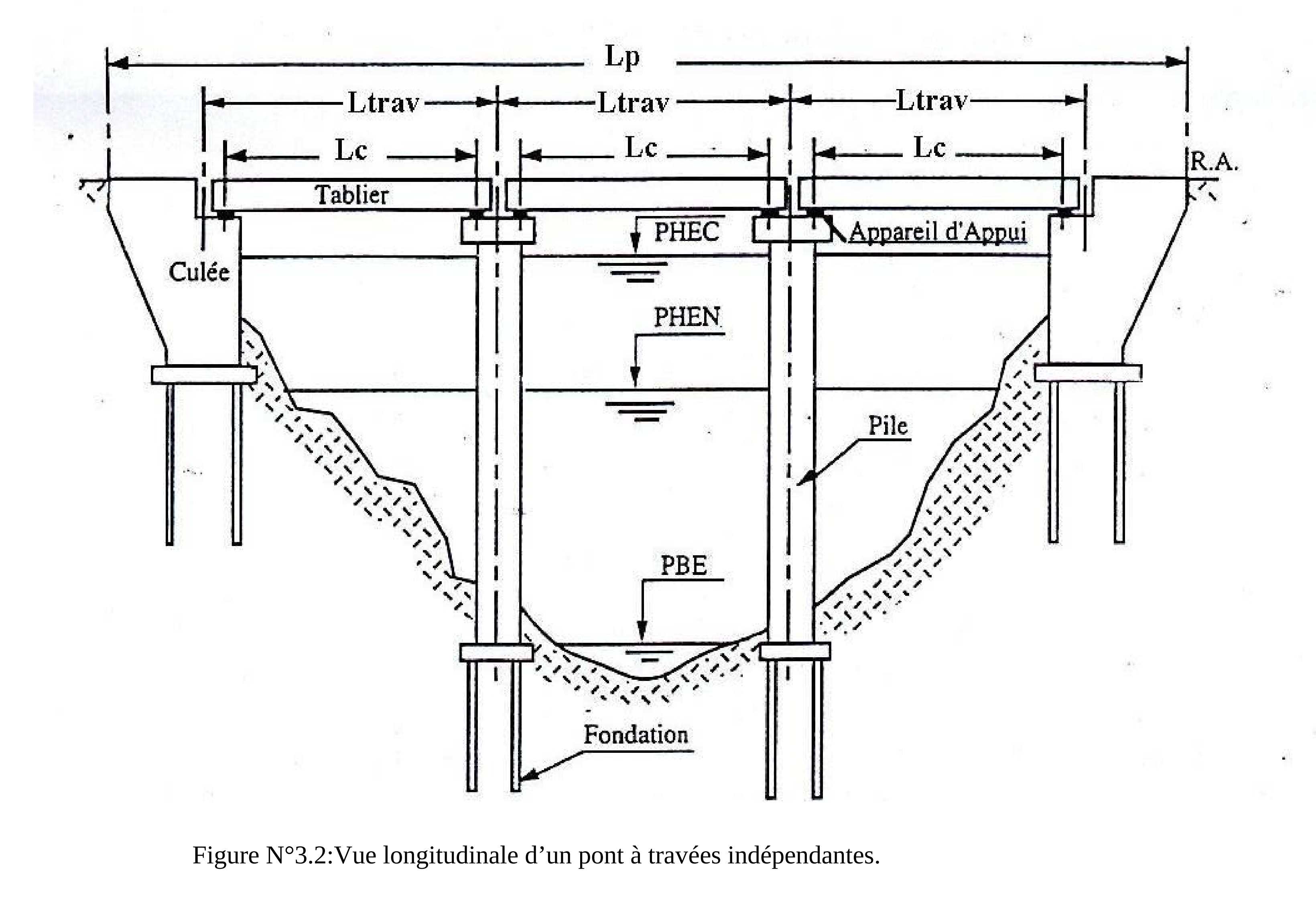


Figure N°3.2:Vue longitudinale d'un pont à travées indépendantes.

4. distances principales d'un pont

- L_P : longueur totale du pont. C'est la distance entre les plans verticaux du fond des culées.
- L_{trav} : longueur d'une travée du pont.
- L_C : longueur de calcul. C'est la distance entre les appareils d'appui. On l'appelle aussi portée de la travée.
- B_O : ouverture du pont (débouché).
- L_r : largeur roulable
- L_{tr} : largeur du trottoir

N.B : La partie du pont (tablier) comprise entre deux appuis successifs s'appelle une travée. La distance entre deux appareils d'appui successifs, ou entre les centres de gravité de deux sections d'encastrement successives, s'appelle une portée de la travée correspondante. Il ne faut pas le confondre avec l'ouverture qui est la distance libre entre les parements des culées (les largeurs des piles sont non comprises), ni avec la longueur totale du pont.

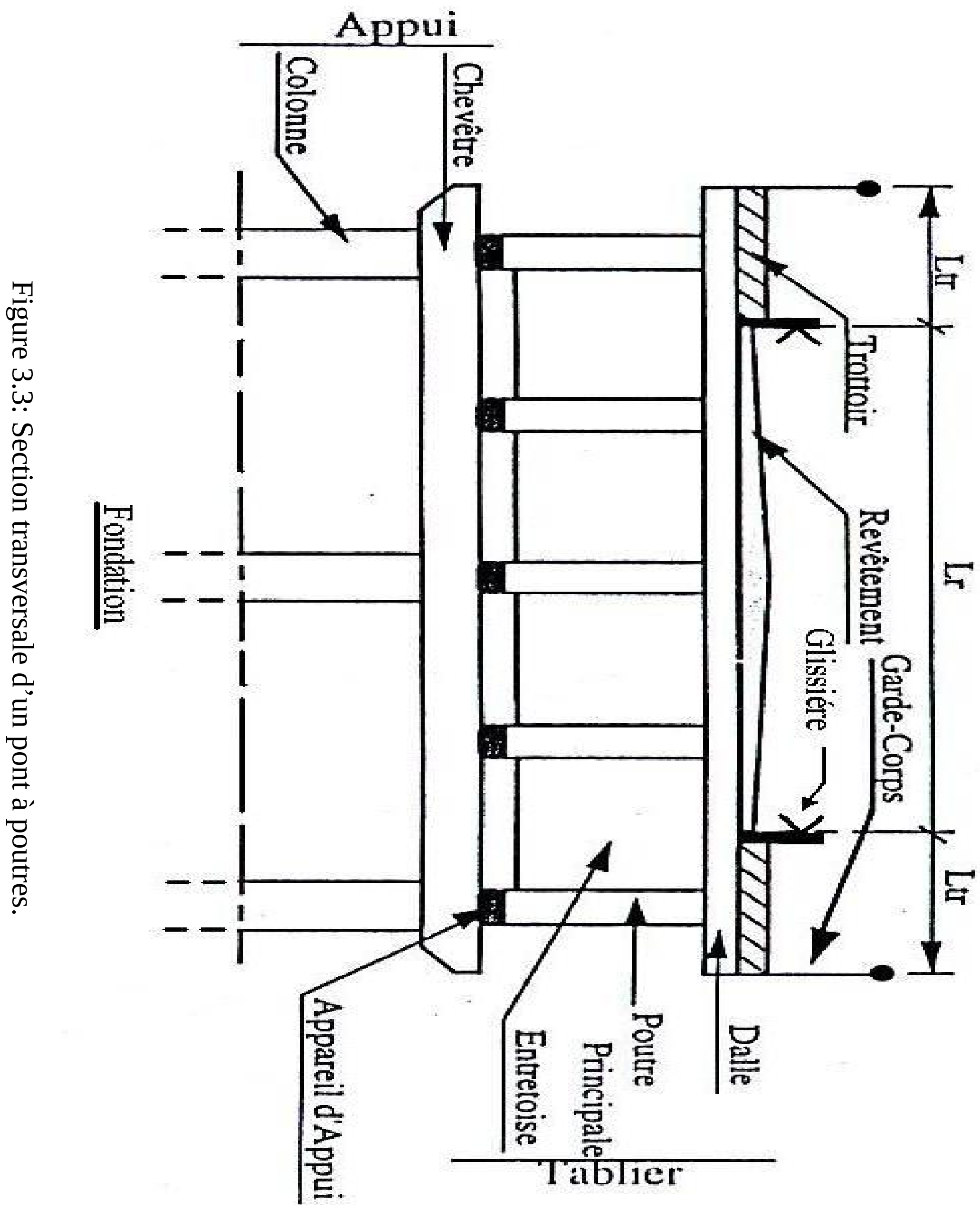


Figure 3.3: Section transversale d'un pont à poutres.

5. LE PONT DANS L'ENSEMBLE

On peut distinguer trois aspects qui concernent l'**infrastructure**, la **superstructure** et les **équipements**.

5.1 INFRASTRUCTURE

Culée, Pont cadre
Fondation
Rideau de palplanches
Semelle
Paroi verticale
Mur garde grève
Mur d'aile et de front
Perré et abords

Pile
Fondation
Rideau de palplanches
Semelle
Colonne ou voile
Chevêtre
Perré et abords

Mur de soutènement
Fondation
Rideau de palplanches
Semelle
Corps
Perré et abords

5.2 SUPERSTRUCTURE

Poutre principale
Bec cantilever
Entretoise
Longeron
Dalle inférieure caisson
Bloc d'about
Contreventement inférieur
Pylône ou portique
Arc
Contreventement supérieur
Montant ou suspente
Fixation suspente
(Supérieure et inférieure)
Hauban ou câble extérieur
Fixation hauban ou câble
Selle pour hauban ou câble extérieur

5.3 EQUIPEMENTS

Appareils
Appui fixe
Appui mobile
Joint de dilatation
Divers (ponts mobiles)

Revêtement routier
Chaussée
Trottoir ou piste cyclable
Refuge ou îlot

Eléments de sécurit et divers
Garde-corps
Pierre de couronnement ou voile de parement
Barrière ou bordure de sécurité
Signal
Poteau d'éclairage
Estacade

Evacuation des eaux
Filet d'eau
Avaloir et grille
Tuyau d'évacuation